

(Revenue stamp)

(2,000 yen)

## Patent Application ( 36 )

September 7, 1973

To: Chief Commissioner of Japan Patent Office

1. Title of the Invention

Halftone display method for electrophoresis displays.

2. Inventor

Address: c/o Matsushita Electric Industry Co., Ltd.  
1006, O'aza Kadoma, Kadoma City, Osaka

Name: Masami Yoshiyama (and another)

3. Patent Applicant

Address: 1006, O'aza Kadoma, Kadoma City, Osaka

Title: (582) Matsushita Electric Industry Co., Ltd.

Representative: Masaharu Matsushita

4. Agent

Address: c/o Matsushita Electric Industry Co., Ltd.  
1006, O'aza Kadoma, Kadoma City, Osaka 571

Name: (5971) Toshio Nakao, Patent Attorney (and another)

[Contact: Tel. (Tokyo) 453-3111 Patent Branch Office]

5. Catalog of Attached Documents

- (1) Specification 1
- (2) Drawings 1
- (3) Letters of attorney 1
- (4) Copy of application 1

(19) Japan Patent Office

## Laid-Open Patent Application

(11) Patent Publication No.: Sho 50-51695

(43) Publication Date: May 8, 1975

(21) Patent Application No.: Sho 48-101369

(2) Application Date: September 7, 1973

Examination request: Not requested (Altogether 4 pages)

Internal Classification No. 7013 54      6376 54      7247 23      7170 59

(52) Japanese Classification

101 E9  
97(5) F0  
101 E5  
103 K0

(51) Int. Cl.<sup>2</sup>

G09F 9/30  
H04N 5/66  
G03G 17/00

## **Specification**

### **1. Title of the Invention**

Halftone display method for electrophoresis displays.

### **2. Scope of Patent Claims**

A halftone display method for electrophoresis displays characterized by the fact that a plurality of micropixel pieces comprising a dispersion system for electrophoresis display are gathered to construct one pixel, a plurality of which are arranged in a matrix shape, and each of the pixels displays halftones by combining the bright and dark states of the micro-pixel pieces.

### **3. Detailed Explanation of the Invention**

The present invention relates to a halftone display method for electrophoresis displays, and has as its objective to realize a simple and multiple-grayscale halftone display.

Microscopic solid particles dispersed in a liquid have an electric dual layer formed on the boundary of the liquid phase and the solid phase, the microscopic solid particles normally being positively or negatively charged. If an electric field is applied in such a state, the charged microscopic solid particles are moved in the liquid by the electric field. The phenomenon of charged particles dispersed in a liquid moving in the liquid by receiving the action of an electric field is called electrophoresis, and has been known for a long time. An electrophoresis display is a reflection-type display utilizing this phenomenon.

In a conventional electrophoresis display, utilized is a fact that when a voltage is applied to a dispersion system for an electrophoresis display between a pair of electrodes, at least one of which is transparent, the color of the reflection of the dispersion system changes as a result of the electrophoresis. Such an electrophoresis display was described in the electronics journal "Electronics" Vol. 16, No. 1, pages 33-36, and it is well known that it is possible to display numbers, characters, figures, etc. by configuring the electric field in an appropriate shape. The display color in this device is mainly determined by the colors of a colored liquid dispersion medium and pigment particles constituting the dispersion system for the electrophoresis display. For example, when using a dispersion system in which white pigment particles are dispersed in a black liquid dispersion medium colored with a dye, the display color becomes black or white color. Displaying their halftones is then realized by a method of charging a voltage of an appropriate frequency or varying the voltage charged. However, in such a method, the number of displayable grayscales is small, making it difficult to display images with grayscales rich in variation.

The electrophoresis display of the present invention is constituted of an electrophoresis matrix-shape display panel and its driving device. Each pixel of the matrix-shape panel comprises a plurality of micropixel pieces, and the light-reflecting area, namely the reflected light intensity of each pixel, is varied according to signals by combining the bright and dark states of the micropixel pieces, realizing visual halftones with a phenomenon similar to that of dot photos in printing, etc.

Shown in Fig. 1 is the matrix-shape display panel. In the figure, 1 and 2 are glass substrates, 3 is a spacer, and 4 and 5 are the X electrode group  $X_1, \dots, X_m$ , and the Y electrode group  $Y_1, \dots, Y_m$ .

The X electrode group and the Y electrode group intersect with each other perpendicularly, maintaining an electrode interval of normally 50~100  $\mu\text{m}$  by a spacer 3, between which an electrophoresis display dispersion system 6 is injected and sealed. At least one of the X electrode group and Y electrode group, for example the X electrode group, needs to be transparent, and is made in the shape of parallel bands by photo-etching tin oxide or indium oxide attached to the glass substrate 1. The other electrode group, for example the Y electrode group, may be constituted as an opaque electrode group by vapor deposition or printing aluminum on the glass substrate 2. It is assumed, for example, in the electrophoresis display dispersion system 6 that white pigment particles such as titanium oxide are dispersed in a black liquid dispersion medium dyed with a dye and that the white pigment particles are positively charged. In order for the white pigment particles to prevent precipitation and condensation in the liquid dispersion medium, it is desirable that their surfaces be coated with a resin etc., making the relative specific gravity the same as the specific gravity of the liquid dispersion medium.

An electrophoresis matrix-shape display panel made in this way has a pixel formed in each position of intersections between the X electrode group and the Y electrode group. If it is assumed that a voltage is charged between a pair of X and Y electrodes,  $X_i$  and  $Y_j$ , so that the  $Y_j$  electrode becomes positive and the  $X_i$  electrode negative, positively-charged white pigment particles in the pixel  $P_{ij}$  section have electrophoresis toward the direction of the  $X_i$  electrode and eventually adhere there. In this state, because the display color of the pixel  $P_{ij}$  section seen from the transparent X electrode side looks white, which indicates that it has been written in the bright state. Conversely, if a voltage is charged in the opposite direction, because the white pigment particles have electrophoresis in the  $Y_j$  electrode direction and are hidden by the black liquid dispersion medium, the display color of the pixel  $P_{ij}$  section looks black, which indicates that it has been erased into the dark state. In this way, the bright state is written to or erased from the pixel  $P_{ij}$  depending on a positive or negative signal voltage. In either case, because each white pigment particle which is once adhered to an electrode will stay there for a long time, even after the voltage is removed, the display state of bright or dark is memorized as it is.

In this matrix-shape display panel, each pixel is further constituted of a plurality of micropixel pieces, the details of which are shown in Fig. 2. Here, micropixel pieces  $P_{11}, P_{12}, P_{21}$ , and  $P_{22}$  are formed by two X electrodes,  $X_{i1}$  and  $X_{i2}$  and two Y electrodes,  $Y_{j1}$  and  $Y_{j2}$  at their intersections, and one pixel  $P_{ij}$  is constituted of these four micropixel pieces. When write signals and erase signals are charged through two electrodes, each of X and Y, the bright/dark states of the four micropixel pieces change, and the reflected light intensity from the pixel is approximately proportional to the collective area of the micropixel pieces in the bright state. By arranging a large number of such pixels in a matrix shape at a high density and controlling the intensity of reflected light from each pixel according to the signal voltage, multiple stages of halftone can be obtained.

In Fig. 2a, four micropixel pieces are formed with the same area, and five stages of grayscale can be displayed by combinations of the bright/dark states of these micropixel pieces. Displaying more stages of grayscale becomes possible by giving real weight to the micropixel pieces rather than forming them with the same area, having them approach the visual characteristics of the human eye. Shown in Figs. 2b and 2a are examples of forming the area ratios of the micropixel pieces as 1:2:2:4 and 1:2:4:8 by changing the widths and shapes of the X and Y electrodes. Grayscale display of 10 stages is possible with the configuration in Fig. 2b, and that of 16 stages in Fig. 2a.

Although shown in Fig. 2 are examples wherein the pixel comprises four micropixel pieces, and the shape of the smallest pixel piece is square or rectangle, the present invention is not limited to these.

Figure 3 is a block diagram for displaying images containing halftone using the electrophoresis matrix-shape display panel. In the figure, indicated as 11 is a matrix-shape display panel, wherein each pixel is constituted of four micropixel pieces of two X electrodes  $X_{i1}$  and  $X_{i2}$  and two Y electrodes  $Y_{j1}$  and  $Y_{j2}$  as shown in Fig. 2. Indicated as 12 and 13 are electrode selection/driving circuit for the X axis and the Y axis, respectively, in which 14 is an image signal generation circuit which generates a necessary image signal for displaying onto the matrix-shape display panel 11, and 15 is a control signal generation circuit for generating control signals such as the X synchronization signal and the Y synchronization signal necessary for displaying according to the image signal.

In the X electrode selection/driving circuit 12, X electrodes to be scanned are selected in order from  $X_{i1}$  in synchronization with the X synchronization signal generated in the control signal generation circuit. For example, when an electrode  $X_{i1}$  is scanned, an X driving pulse signal as shown in Fig. 4a is supplied to the electrode  $X_{i1}$  by the corresponding erasure and write driving circuit  $E_{i1}$  and  $W_{i1}$ . On the other hand, in the Y electrode selection/driving circuit 13, a Y electrode to be scanned is selected according to the image signal from the image signal generation circuit 14 and the Y synchronization signal from the control signal generation circuit 15. For example, when an electrode  $Y_{j1}$  is scanned, a Y driving pulse signal as shown in Fig. 4b is supplied to an electrode  $Y_{j1}$  from the Y electrode selection/driving circuit 13.

The X driving pulse signal comprises an erase pulse  $P_1$  and a write pulse  $P_2$  as shown in Fig. 4a, and their amplitude ratio is set to 2:1 for example, and their polarities are opposite to each other. Also, as shown in Fig. 4b, the Y driving pulse signal is superimposed with a Y write pulse  $P_3$  which synchronizes and has the same polarity of amplitude with the X write pulse of the X driving pulse when displaying a bright state, and no Y write pulse is contained when displaying a dark state. While both X and Y driving pulses are supplied at the same time to a micropixel piece to be scanned, first an erase action is performed by the erase pulse to a dark state once, and subsequently a write action to a bright state is performed by the write pulse. No write action is performed on the micropixel pieces displaying a dark state. The bright state and dark state of scanned micropixel pieces are retained by the memory characteristic mentioned above until another scan is performed. In this way, micropixel pieces of the matrix-shape display panel are scanned in order from the upper left toward the lower right to complete a frame scan of all pixels. Although stated above is the dot-sequential scan similar to the case of television image display using a cathode-ray tube, the fact that the line-sequential scan and the random scan are also possible is similar to the case of other matrix-shape display panels such as EL and plasma. Because electrophoresis matrix-shape display panels are superior in memory characteristics, power consumption can be reduced by scanning just one frame only when the image is updated and otherwise performing display by the memory function without scanning.

As explained above, according to the halftone display method for the electrophoresis display of the present invention, because it employs a matrix-shape display panel having pixels comprising a plurality of micropixel pieces, and because the reflection intensity of each pixel is controlled by a combination of bright and dark states of the micropixel pieces, multiple-stage grayscale display is possible, and further giving real weight to the micropixel pieces allows a grayscale display of even more stages which is consistent with the visual characteristics of the human eye. Also, because each pixel needs only a binary action of bright and dark states, there are advantages such

that the scan driving circuit can be constituted relatively simple with only a digital circuit, making it easy to convert the circuit into an IC, thus its practical effect is large.

#### 4. Brief Explanation of the Drawings

Figure 1 is an essential-part cut-out constitution figure of the electrophoresis matrix-shape display panel.

Fig. 2 a, b, c similarly show constitution examples of the pixel with micropixel pieces of the panel.

Fig. 3 is a scan driving block diagram by the halftone display method for electrophoresis displays of the present invention, and Fig. 4 is a waveform diagram showing X and Y driving pulse signals in the same display method.

Name of Agent: Toshio Nakao, Patent Attorney and another

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

#### 6. Inventors and Agents Other Than the Above

##### (1) Inventor

Address: c/o Matsushita Electric Industry Co., Ltd.  
1006, O'aza Kadoma, Kadoma City, Osaka  
Name: Mitsuharu Tsuchiya

##### (2) Agent

Address: c/o Matsushita Electric Industry Co., Ltd.  
1006, O'aza Kadoma, Kadoma City, Osaka  
Name: (6152).Shigetaka Awano, Patent Attorney



(2,000円)

## 特許願(36)

昭和48年9月7日

特許庁長官殿

## 1. 発明の名称

電気泳動表示装置の中間調表示方式

## 2. 発明者

住所 大阪府門真市大字門真1,006番地  
松下電器産業株式会社内  
氏名 山本正治 (ほか1名)

## 3. 特許出願人

住所 大阪府門真市大字門真1,006番地  
(582) 松下電器産業株式会社  
代表者 山本正治 (ほか1名)

## 4. 代理人

T 571  
住所 大阪府門真市大字門真1,006番地  
松下電器産業株式会社内  
氏名 (5971) 中尾敏男 (ほか1名)

## 5. 添付書類の目録

|          |     |
|----------|-----|
| (1) 明細書  | 1 通 |
| (2) 図面   | 1 通 |
| (3) 委任状  | 1 通 |
| (4) 特許文書 | 1 通 |



## 明細書

## 1. 発明の名称

電気泳動表示装置の中間調表示方式

## 2. 特許請求の範囲

電気泳動表示用分散系によりなる微小粒子を複数個含めてひとつつの結果を構成し、上記結果の複数個をマトリクス状に配列し、上記結果のそれぞれは上記微小粒子の調節表示装置を組合せることにより中間調を表示することを特徴とする電気泳動表示装置の中間調表示方式。

## 3. 発明の詳細な説明

本発明は電気泳動表示装置の中間調表示方式に関するものである。その目的とするところは簡単にして多段階の中間調の圖形表示を実現することにある。

液体中に分散された微少固体粒子は液相と固相との境界面において電気的二重層が形成され、微少固体粒子は通常正電荷は負に帯電している。このような状態で電界を印加するととき、帶電微少固体粒子は電界により液体中に移動する。この液体

## ⑯ 日本国特許庁

## 公開特許公報

⑪特開昭 50-51695

⑬公開日 昭50(1975)5.8

⑫特願昭 48-101369

⑭出願日 昭48(1973)9.7

審査請求 未請求 (全4頁)

府内整理番号 7013.54

6376.54 7247.23

7170.59

⑮日本分類

101 E9

G09F 9/30

97(5)F0

H04N 5/66

101 E5

G03G 17/00

103 KO

103 KO

G03G 17/00

103 KO

G03G 17/00

103 KO

G03G 17/00

103 KO

G03G 17/00

中に分散された微少粒子が電界の作用を受けて液体中に移動する現象は電気泳動と呼ばれ古くから知られている。電気泳動表示装置はこの現象を利用して反射形の表示装置である。

従来の電気泳動表示装置においては、多くとも一方が透明な一对の電極の間に電気泳動表示用分散系をはさんで電圧を印加したとき、電気泳動の結果として分散系の反射色が変化することを利用している。このような電気泳動表示装置については、すでに電子雑誌「エレクトロニクス」第18号、第1号、S3-S6頁に述べられており、電極を適当な形に構成することにより数字、文字、図形などの表示が可能であることはよく知られている。この装置における表示色は主として電気泳動表示用分散系を構成する液体分散媒および微少粒子の色によって決定される。たとえば液体で着色された黒色液体分散媒中に白色顕微粒子を分散した分散系を使用した場合には、表示色は黒色あるいは白色に表示される。そして、その中間色の表示はたとえば適当な周波数の交調を印加す

るか、あるいは印刷電圧を変化するという方法により実現される。ところが、上述のような方法では表示可能な階調数が少なく、変化に富んだ階調の圖像表示は難しいものであった。

本発明による電気活動表示装置は電気活動マトリクス形表示パネルとその駆動装置より構成される。マトリクス形パネルの各要素はそれぞれ複数個の微少鏡素片よりなり、これらの微少鏡素片の明暗および暗状態を組合せることにより各要素の光の反射面積したがって反射光強度を信号に応じて変化させ、印刷などにおける網点率と同様な方式で視覚的に中間調を再現するものである。

第1図は上記マトリクス形表示パネルを示す。図において、1かよび2はガラス基板、3はスペーサー、4かよび5はそれぞれX電極群 $X_1$ 、 $X_2$ よびY電極群 $Y_1$ 、 $Y_2$ である。

上記X電極群 $X_1$ よびY電極群 $Y_1$ はたがいに直交してスペーサ $S$ により通常50～100ミクロンの電極間隔を保持し、その間に電気活動表示用分散系 $D$ を嵌入密封している。上記X電極群 $X_1$ よびY電

極群の少くとも一方かといえばX電極群 $X_1$ は透明であることが必要であり、上記ガラス基板1に付けられた膜化するあるいは膜化インジゴクム膜をフォトエッチャングして平行帯状に作られる。他方の電極群 $Y_1$ などY電極群 $Y_1$ はガラス基板2の上にアルミニウムを蒸着あるいは印刷などによらず透明電極群 $Y_1$ として構成して差支えない。電気活動表示用分散系 $D$ はたとえば染料で染色された黒色液体分散媒中に膜化チタンのような白色顔料粒子が分散され、白色顔料粒子は正に帶電しているものとする。白色顔料粒子は液体分散媒中にかかる沈降、凝聚を防止するため、その表面を樹脂などでコートし、相対的な比重が液体分散媒の比重と同じであることが望ましい。

このようにして作られた電気活動マトリクス形表示パネルはX電極群 $X_1$ およびY電極群 $Y_1$ の交点の位置においてそれぞれ陰窓が形成されている。いま一組のX、Y電極 $X_1$ 、 $Y_1$ 間にY電極が正、X電極が負となるよう電圧が印加されたとき、正に荷電した白色顔料粒子は陰窓 $P_{11}$ の部分にかけて

2本の電極を通じて書込信号、消去信号を加えるとき、4つの微少鏡素片の明暗状態が変化し、鏡素からの反射光強度はほど明るい状態の微少鏡素片の集合面積に比例する。このような陰窓をマトリクス状に高密度に多段配列して、各鏡素からの反射光の強度を信号電圧に応じて解釈することにより多段階の中間調を得ることができる。

第2図aににおいては4つの微少鏡素片は同一面積に形成され、これらの微少鏡素片の明暗状態の組合せにより各段階の階調が表示できる。微少鏡素片は同一面積に形成するよりむしろ面積的に重みづけする方がより多段階の階調表示が可能になる。人間の眼の視覚特性により接近させることができると、第2図b、cはX、Y電極の個数よび形をかえることにより微少鏡素片の面積比をそれぞれ1:2:2:4よび1:2:4:8に形成させた例である。第2図bの構成で10段階、cでは16段階の階調表示が可能である。第2図dには鏡素は4つの微少鏡素片よりなり、また微少鏡素片の形は正方形または長方形の角を示している。

BEST AVAILABLE COPY

特開昭50-51695 (3)

は映像信号発生回路 1-4 からの映像信号と制御信号発生回路 1-6 からの Y 同期信号に応じて走査すべき Y 電極が選択される。たとえば Y<sub>1</sub> 電極が走査されるときには Y 電極選択回路 1-3 より Y<sub>1</sub> 電極に第 4 図 b に示すような Y 駆動パルス信号が供給される。

X 駆動パルス信号は第 4 図 a に示すように消去パルス P<sub>1</sub> および書込パルス P<sub>2</sub> よりなり、その振巾比はたとえば 2:1 に設定され、極性はたがいに反対である。また Y 駆動パルス信号は第 4 図 b に示すように明るい状態を表示するときには X 駆動パルスの Y 書込パルスと同期してそれと振巾が同じ極性の Y 書込パルス P<sub>3</sub> が重疊され、暗い状態を表示するときには Y 書込パルスは含まれない。走査される微少映像片には上述のように X および Y の駆動パルスが同時に供給されるが、まず消去パルスによりいったん暗い状態への消去動作が行われ、続いて書込パルスによる明るい状態への書込動作が行なわれる。暗い状態での表示の微少映像片に対しては書き込みは行なわれない。走査され

た微少映像片の明るい状態および暗い状態はすでに述べたメモリ特性により再び走査が行なわれるまで保持される。かくしてマトリクス形表示パネルの各微少映像片は左上から順次右下に向って走査され、全映像のフレーム走査は完了する。以上はプラウン管によるテレビジョン画像表示の場合と同様な順次走査について述べたが、順次走査、ランダム走査も可能であることは第 1 図、第 2 図など他のマトリクス形表示パネルにおけると同様である。電気駆動マトリクス形表示パネルはメモリ特性がすぐれているので、画像が更新されたときのみ 1 フレームだけ走査して、他の時間は順走査でメモリ機能により表示を行なうことにより消費電力を低減することができる。

以上説明したように本発明の電気駆動表示装置の中間調表示方式によれば、複数個の微少映像片よりなる映像を有するマトリクス形表示パネルにより、かつその微少映像片の明暗状態の組合せにより各映像の反射強度を調節するので多段階の階調表示が可能であり、さらに微少映像片を面積的

に書きづけることにより、より多段階の入出力の視覚特性に合った階調表示が可能である。また各映像は階調状態の二値動作でよいので走査駆動回路は比較的簡単にしてデジタル回路のみで構成でき、回路の I-C 化が容易であるなどの利点があり、その実用上の効果は大きなものがある。

#### 4. 図面の簡単な説明

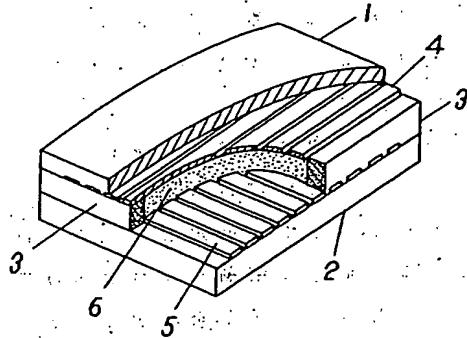
第 1 図は電気駆動マトリクス形表示パネルの裏部切欠構成図、第 2 図 a, b, c は同じくパネルの微少映像片による映像の構成例を示す図、第 3 図は本発明の電気駆動表示装置の中間調表示方式による走査駆動プロセッサダイアグラム、第 4 図は同表示方式における X および Y 駆動パルス信号を示す波形図である。

代理人の氏名 分類士 中尾 敏男 ほか 1 名

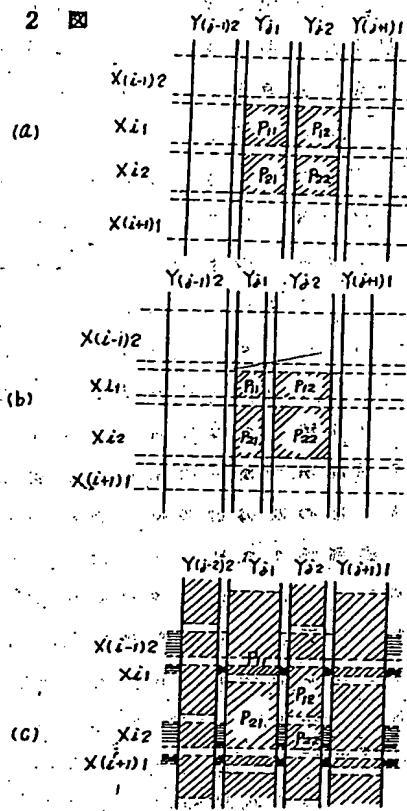
BEST AVAILABLE COPY

特開昭50-51695(4)

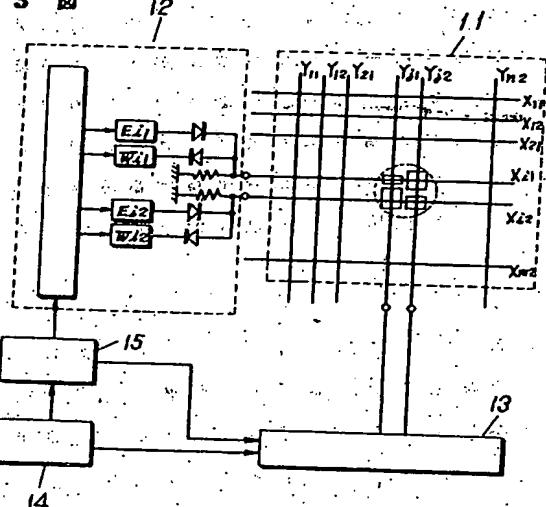
第1図



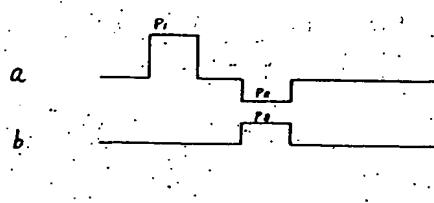
第2図



第3図



第4図



#### 6・前記以外の発明者および代理人

##### (1) 発明者

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地  
松下電器産業株式会社内  
氏 名 士

##### (2) 代理人

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地  
松下電器産業株式会社内  
氏 名 (6152) 弁理士 粟野重孝

BEST AVAILABLE COPY